MOTOR, STAGE, ALIGNER, DEVICE, DRIVING METHOD OF MOTOR AND STAGE, EXPOSURE METHOD, AND MANUFACTURING METHOD OF DEVICE

Publication number: JP2001190088
Publication date: 2001-07-10

Inventor: TOTSU MASAHIRO
Applicant: NIPPON KOGAKU KK

Classification:

- international: G03F7/20; H01L21/027; H01L21/68; H02K41/03;

H02P25/06; G03F7/20; H01L21/02; H01L21/67; H02K41/03; H02P25/02; (IPC1-7): H02P7/00;

H01L21/027; H02K41/03

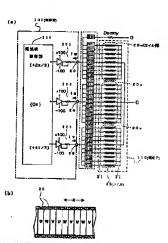
- european: G03F7/20T24

Application number: JP19990373507 19991228 Priority number(s): JP19990373507 19991228

Report a data error here

Abstract of JP2001190088

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a motor that can achieve high output and miniaturization and at the same time reduce a driving force ripple, a stage that has the motor, an aligner, a device, the driving method of the motor and stage, an exposure method, and the manufacturing method of the device. SOLUTION: This motor is equipped with a magnet unit for forming periodical flux density distribution, a coil unit having a plurality of coils 20, and a supply means 200 for supplying an AC current to each coil 20. In this motor, the AC current is supplied for relatively moving the magnet and coil units, and an AC current where a harmonic constituent corresponding to the flux density distribution is superimposed on a basic sinusoidal wave constituent is supplied to each coil 20 from the supply means 200.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国務新庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号 特測2001-190088 (P2001-190088A)

(43)公開日 平成13年7月10日(2001,7,10)

(51) Int.Cl.7		微別記号	FΙ	テーマコート*(参考)
H 0 2 P	7/00	101	H02P 7/00	101B 5F031
G 0 3 F	7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	521 5F046
H01L			H 0 1 L 21/68	K 5H540
	21/68		H 0 2 K 41/03	Л 5 Н 6 4 1
H 0 2 K	41/03		H 0 1 L 21/30	503A
			審査請求 未請求	請求項の数19 〇L (全 18 百)

(21)出職番号 特爾平11-373507

(22) 出版日 平成11年12月28日(1999, 12, 28) (71) 出職人 000004112 株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3 下目2番3号

(72)発明者 戸津 政治

東京都千代田区丸の内3 『目2番3号 株

式会社ニコン内

(74)代理人 100072718

弁理士 古谷 少旺 (外1名)

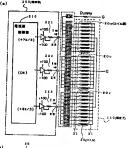
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ装置、ステージ装置、電光装置、デバイス、モータの駆動方法、ステージ装置の駆動方 法、電光方法、および、デバイスの製造方法

(57)【要約】

【課題】 高出力化と小型化との双方を実現しつつ、駆 動力リップルの低減をも図ることができるモータ装置、 これを備えたステージ装置、露光装置、デバイス、モー タの駆動方法、ステージ装置の駆動方法、露光方法、お よび、デバイスの製造方法を提供する。

【解決手段】 周期的な磁束密度分布を形成する磁石ユ ニットと、複数のコイル20を有するコイルユニット と、各コイル20に交流電流を供給する供給手段200 とを備え、交流電流の供給により磁石ユニットとコイル ユニットとが相対移動するモータ装置であって、供給手 段200から各コイル20に対し、磁束密度分布に応じ た高調波成分が基本正弦波成分に重畳された交流電流を 供給する。





【特許請求の範囲】

【請求項1】 周期的な磁束密度分布を形成する磁石ユニットと、複数のコイルを有するコイルユニットと、該フイルユニットと、該フイルユニットと、該立電流を使用する使給手段とを備え、前記交流電流の使給により前記磁石ユニットと前記コイルユニットとが相対移動するモータ装置であって、

前記供給手段は、前記磁東密度分布に応じた高調波成分 が基本正弦波成分に重畳された交流電流を供給するもの であることを特徴とするモータ装置。

【請求項2】 請求項1に記載のモータ装置において、 前記磁石ユニットは、少なくとも、基本正弦波成分と、 該基本正弦波次分の開助の1、0を1周開まる n 次正 弦波成分 (n は1より大きく3 の倍数を除く奇数) と が、所定の位相関係で重量された磁束密度分布を形成す るものであり、

前記供給手段は、少なくとも、基本正弦波成分と、該基本正弦波成分と、該基本正弦波成分の周期の1/nを1周期とするn次正弦波成分とが、前記所定の位相関係とは逆の位相関係で重畳された交流電流を供給するものであることを特徴とするモータ装置。

【請求項3】 請求項2に記載のモータ装置において、 前記交流電流の前記1次正弦波成分の振幅α(l)は、前 記交流電流の前記基本正弦波成分の振幅を α(l)、前 磁束密度分布の前記基本正弦波成分の振幅を β(l)、前 記磁束密度分布の前記1次正弦波成分の振幅を β(n)と するとき。

 $\alpha[n] = -(\beta[n]/\beta[1]) \times \alpha[1]$

の関係を満足することを特徴とするモータ装置

【請求項4】 請求項2または請求項3に記載のモータ 装置において、

前記交流電流の前記n次正弦波成分は、該交流電流の前 記基本正弦波成分の周期の1/5を1周期とする5次正 弦波成分であることを特徴とするモータ装置。

前記供給手段は、少なくとも、基本正弦波成分に、該基本正弦波成分の周期の1/3を1周期とする3次正弦波 成分が同位相で重畳された交流電流を供給するものであることを特徴とするモータ装置。

【請求項6】 請求項1から請求項5の何れか1項に記載のモータ装置において、

前記複数のコイルは、少なくとも2つのコイル群に分けられ、かつ、前記磁束密度分布と同じ周期で前記相対移動の方向に沿って周期的に配列され

前記供給手段は、前記複数のコイルの各コイル群に応じ

て2以上の相の前記交流電流を供給することを特徴とす るモータ装置。

【請求項7】 請求項1から請求項6の何れか1項に記載のモータ装置において

前記磁石ユニットは、前記相対移動の方向に沿って配列された複数の磁石を有し

前記磁石ユニットの各磁石は、隣り合う磁石と同種の磁 極どうしが対向する向きで配列されていることを特徴と するモータ装置

【請求項8】 請求項1から請求項7の何れか1項に記載のモータ装置が、ステージ部の駆動手段として用いられていることを特徴とするステージ装置

【請求項9】 露光用の照明光を用いて基板上に所定の パターンを形成する露光装置であって、

前記照明光を射出する照明系と、

前記照明光の経路上に配置される物体を搭載する請求項 8に記載のステージ装置とを備えたことを特徴とする露 光装置。

【請求項10】 請求項9に記載の露光装置によって製造されたことを特徴とするデバイス。

【請求項11】 周期的な磁束密度分布を形成する磁石 ユニットと複数のコイルを有するコイルユニットとを備 えたモータの駆動方法であって、

前記コイルユニットの各コイルに対し、前記磁束密度分 布に応じた高調波成分が基本正弦波成分に重量された交 流電流を供給することを特徴とするモータの駆動方法。 (請求項12) 請求項11に記載のモータの駆動方法 において、

前記磁石ユニットは、少なくとも、基本正弦波成分と、 該基本正弦波成分の周期の1/nを1周期とするn次正 弦波成分(nは1より大き、3の倍数を除く奇数)と が、同位相で重畳された磁束密度分布を形成するもので あり

前記コイルユニットの各コイルに対し、少なくとも、基本正弦波成分と、該基本正弦波成分の期間の1/nで重要された交流電流を使納することを特徴とするモータの駆動方法。 (請求項13) 請求項12に記載のモータの駆動方法。 において、

前記交流電流の前記 n 次正弦波成分の振幅α [n]は、前 記交流電流の前記基本正弦波成分の振幅をα [1]、前記 磁束密度分布の前記基本正弦波成分の振幅をβ [1]、前 記磁束密度分布の前記 n 次正弦波成分の振幅をβ [n]と するとき、

 α (n) = $-(\beta$ (n)/ β (1)) $\times \alpha$ [1]

の関係を満足することを特徴とするモータの駆動方法。 【請求項14】 請求項12または請求項13に記載の モータの駆動方法において、

前記交流電流の前記 n 次正弦波成分は、該交流電流の前記基本正弦波成分の周期の1/5を1周期とする5次正

弦波成分であることを特徴とするモータの駆動方法。

【請求項15】 請求項11から請求項14の何れか1 項に記載のモータの駆動方法において、

前記複数のコイルは、少なくとも2つのコイル群に分け られ、かつ、前記磁束密度分布と同じ周期で前記相対移 動の方向に沿って周期的に配列され、 前記コイルユニットの各コイルに対し、前記複数のコイ

ルの各コイル群に応じて2以上の相の前記交流電流を供 給することを特徴とするモータの駆動方法。

【請求項16】 請求項11から請求項15の何わか1 項に記載のモータの駆動方法において、

前記磁石ユニットは、前記相対移動の方向に沿って配列 された複数の磁石を有し、

前記磁石ユニットの各磁石は、隣り合う磁石と同種の磁 極どうしが対向する向きで配列されていることを特徴と するモータの駆動方法。

【請求項17】 ステージ部の駆動手段としてモータを 有するステージ装置の駆動方法において、

請求項11から請求項16の何れか1項に記載のモータ の駆動方法を用いて前記モータを駆動することを特徴と するステージ装置の駆動方法。

【請求項18】 露光用の照明光を射出する工程と、物 体を搭載したステージ装置を駆動して前記物体を前記昭 明光の経路に対して相対移動させる工程と、を備えた露 光方法であって、

前記ステージ装置を駆動する際に、請求項17に記載の ステージ装置の駆動方法を用いることを特徴とする露光 方法。

【請求項19】 請求項18に記載の露光方法によって 露光を行う工程を有することを特徴とするデバイスの製 造方法.

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は モータ装置 ステ ージ装置、露光装置、デバイス、モータの駆動方法、ス テージ装置の駆動方法、露光方法、および、デバイスの 製造方法に関し、特に、交流式のモータを備えたモータ 装置、およびステージ装置などに関する。

[0002]

【従来の技術】従来より、交流式のモータは、コイルユ ニットの各コイルに対し交流電流を供給することによっ

B1(X) = β [1]sin((2 π/λ)X) + β [3]sin 3 ((2 π/λ)X) ... (2)

上記の磁石ユニット11を備えたリニアモータでは、一 般に、コイルユニットの各コイルに対して、図20に示 す基本正弦波成分(周期λ、振幅α[1])のみの三相交 流電流 I 1u(x), I 1v(x), I 1w(x)が供給される。な お、各交流電流 I 1 u(x), I 1 v(x), I 1 w(x)は、次式 (3)~(5)で表される(ただし、 $\omega=2\pi/\lambda$, $\phi=2$ $\pi/3$, $\psi = 4\pi/3$).

て、コイルユニットと磁石ユニットとを回転方向または 直線方向に相対移動させ、駆動力を発生するものとして よく知られている。このうち、直線方向の駆動力(推 力)を発生するモータ(リニアモータ)は 横浩が簡易 で部品点数が少なく、また、駆動における摩擦抵抗が少 ないために動作精度が高く、さらに、直接的に直線駆動 するので移動動作を迅速に行うことができるという多く の利点を有している。

【0003】このため、精密な位置決めを必要とする分 野の直線駆動を行う駆動機構においては、リニアモータ が主流となりつつある。例えば、半導体装置や液晶表示 装置あるいは薄膜磁気ヘッドなどを製造するためのフォ トリソグラフィ工程で用いられる露光装置において、リ ニアモータは、レチクルやウエハなどを載置して所定の 位置に位置決めするステージ装置の駆動機構として利用 される.

【0004】さて、上記のリニアモータでは、コイルユ ニットを構成する多数のコイルと、磁石ユニットを構成 する多数の磁石(例えば永久磁石)とが、一定の方向に 配列されている。なお、磁石ユニットは、磁石の配列方 向に沿って周期的な磁束密度分布の磁場を形成する。コ イルユニットの各コイルに対し交流電流を供給すると コイルを流れる電流と磁石ユニットによる磁場とが作用 し合う結果、上記配列方向の推力が発生し、コイルユニ ットと磁石ユニットとが相対移動する。ちなみに、上記 配列方向の推力Fは、次式(1)で表される。ただし、L は磁場の中を横切るコイルの長さ、Bは磁束密度、Iは コイルを流れる電流値である。

[0005] F=L×B×I ... (1)

ここで、周知のリニアモータの構成例と推力Fについて 具体的に説明する。このリニアモータの磁石ユニット1 1は、図19(a)に示すように、複数の永久磁石11 a, 11a…が異極どうし対向する向きで配列されたも のである。また、磁石ユニット11は、図19(b)に示 すように、周期的な磁束密度分布B1(X)を形成する (周期入)。

【0006】磁束密度分布B1(X)は、厳密には、次式 (2)で表されるように、基本正弦波成分(周期A、振幅 β[1])と、3次正弦波成分(周期λ/3. 振幅β[3]) とを重畳したものである([]内の数字は正弦波成分の次 数を表す)。

 $[0007] I_{1}u(x) = \alpha [1]sin(\omega x)$... (3)

 $I 1w(x) = \alpha (1) \sin(\omega x + \phi) \cdots (4)$ $I 1v(x) = \alpha (1) \sin(\omega x + \psi) \quad \cdots \quad (5)$

この場合、リニアモータに発生する推力F1(x)は、次 式(6)に示されるように、位置によって変動しない一定 値となる。

[00081

F1(x) = L(B1u(x) I 1u(x) + B1v(x) I 1v(x) + B1w(x) I 1w(x))

[0009]

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、リニアモータの高出力化と小型化とを共に実現することが要まされ、限2(a)に示す軽用石ニット1 2位業素され、(役人は特開平10-31566公報)。この磁石ユニット1 2は、複数の永久磁石12a、12a一が、同権どうし対向する向きで配列されたものである。

 $B2(X) = \beta [1] \sin((2\pi/\lambda)X) + \beta [3] \sin 3((2\pi/\lambda)X)$

この磁石ユニット12を備えたリニアモータでは、上記のように、高出力化と小型化との双方を実現可能である、 が、従来の磁石ユニット11と同様に、基本正弦波成分 (周期入、振幅α(1))のみの三相交流電流 (図20参 照)をコイルユニットの各コイルに対し供給すると、推 カドが位置によって変動するという問題があった。以 下、推力Fの位置による変動分を「推力リップル」と呼ぶ。

【0011】リニアモータの推力ドに推力リッアルが含まれていると、精密位置決め制御が困難となる。したかって、小型で高出力なリンアモータであっても、それを精密な位置決め装置の駆動機構として用いることはできなかった。なお、上述した問題は、回転方向の駆動力、(トルク)を発生する。この場合、銀石ユニットによる磁場と各コイルに流れる電流との相互作用によって発生するトルクが、回転角によって変動してしまう(トルクリッアル)。以下、回転モータにおける権力レップルとを接じて「駆動力リッアル」と呼ぶとしておきる権力リップルとを接じて「駆動力リッアル」と呼ぶととにおきる権力リップルとを接じて「駆動力リッアル」と呼ぶととにおきる権力リップルとを接じて「駆動力リッアル」と呼ぶととにおきる権力リップルとを接じて「駆動力リッアル」と呼ぶととにおきる権力リップルとを接じて「駆動力リッアル」と呼ぶととにおきる権力リップルと呼ばれている。

【00121本発明の目的は、高出力化と小型化との双方を実現しつ、駆動力リップルの低減をも図ることができるモータ装置、これを備えたステージ装置、露光装置、高光がイス、モータの駆動方法、ステージ装置の駆動方法、飛光方法、および、デバイスの製造方法を提供することにある。

[0013]

【課題を解決するための手段】木兜明のモーク装置は、 周期的な磁束密度分布を形成する磁石ユニットと、複数 のコイルを有するコイルユニットと、満すれ、ユニット の各コイルに交流電流を供給する供給手段とを備え、交 流電流の供給により磁石ユニットとコイルユニットとの 相対移動するモータ装置であって、供給手段からコイル ユニットの各コイルに対し、磁束密度分析に応じた高調 波成分が基本正弦波成が主重量された交流電流を供給す まように構成したものである。このモータ装置によれ ば、高出力化と小型化との双方を実現しつつ、駆動力リ 【0010】観行ユニット12によって形成される磁東 密度分布B2(X)は、図21(6)に示されるように周期 的であり(周期A)、次式(7)で表されるように、基本 正弦波成分(周期A、振幅β(1))に、3次正弦波成分 (周期A/3、振幅β(3))と、5次正弦波成分(周期A /5、振幅β(5))とが重畳されている。

 $+\beta$ (5) sin 5 ((2 π/λ)X) ··· (7)

ップルを低減することができる。

【0014】また、上記のモータ装置において、磁石ユ ニットが、少なくとも基本正弦波成分とn次正弦波成分 を所定の位相関係で重量した磁東密度分布を形成し、 供給手段が、少なくとも基本正弦波成分とn次正弦波成 分とを前記所定の位相関係とは逆の位相関係で重量した 交流電流を供給する場合 ただし、n次正弦波成分の周期 がまを来在弦波成分の周期の1/nであり、nであり、nの 駅は基本正弦波成分の周期の1/nであり、nの 取りまで表現しつつ、駆動カリッアルを確実に低減分 (高調液成分)と磁石ユニットの磁場との相互作用によって、基本正弦波成分のみの交流電流を終結したときに 発生する駆動カリッアルを打ち消す逆方向の駆動カリッアルを発生させることができるからである。

[0015] さらに、上記のモータ装置において、交流 電流のの次正登波成分の振幅 c(n)が、α (n) = - (β (n) /β (1)) × α(1) 。 の関係を滑足する場合 (ただし、交流 電流の基本正弦波成分の振幅α (1)、磁束密度分布のの次正弦波 水正弦波成分の振幅β (1)、磁束密度分布のの次正弦波 成分の振幅β (n)とする)、駆動カリップルを完全に打 ち消して零にすることができる。

【0016】また、上記のモータ装置において、突流電流のれ次正弦波成分としてち次正弦波成分 (周期は交流 流のれ次正弦波成分としてち次正弦波成分 (周期は交流 電流の基本正弦波成分の周期の1/5)を用いる場合、 駆動カリップルの低減または完全な打ち消しを効率よく 行うことができる。さらに、上記のモータ装置において 、磁石ユニットが、少なくとも基本正弦波成分を設位相で重 畳した磁束密度分布を形成し、供給手段が、少なくとも 基本正弦波成分に3次正弦波成分を同位相で重畳した変 環電流を供給する場合、高出力化と小型化との双方を実 現しつつ、駆動カリップルを確実に低減することができ る。これは、交流電流の3次正弦波成分(高測波成分) と磁石ユニットの磁場との相互作用によって、基本正弦 級成分のみの交流電流を供給したときに発生する駆動カ リップルを打ち消す逆方向の駆動カリップルを発生させ ることができるからである。

【0017】さらに、上記のモータ装置をステージ部の 駆動手段として用いたステージ装置では、ステージ装置 対する精密を位置決め制制が可能となり、ステージ装置 全体として高機能化が図られる。また、露光用の照明光 を用いて基板上に所定のパターンを形成する露光装置に いて、照明光の経路上に配置される制体を指載するステージ装置に上記のステージ装置を用いた場合、ステー ジ部に対する精密な位置決め制御が可能となるため、露 光装置金体として高機能化別のもれる。

【0018】さらに、上記の露光装置を用いることにより、高精度なデバイスを効率よく製造することができる。

[0019]

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)以下、本発明の第1の実施の形態について、図1~図13を参照して説明する。

【0020】第1の実施の形態のリニアモータ100 は、図1に示すように、円筒状の可動子120と、可動 子120の中空部分に所定の間隙Mを開てて排遣された 円柱状の固定子110とで構成される。固定子110は 支持部101、101によってステージ装置 (不図示) 側に固定され、可動子120は固定子110に治ってX 方向に移動可能である。また、可動子120は、その外 間がいウジング部108に覆われており、このハウジン グ部108に可動ステージ109が固定されている。な お、この実施の形態では、リニアモータ100と、後述 の制御部200およびスイッチ(500・530)とによっ てリニアモータ装置が構成される。

【0021】まず初めに、リニアモータ100の可勢子120について内部構成を設明する。可勢子120は、
202、図3に示すように、現体の永久盛石121、121…が同様に複数(図示例では3個)配列され、その周囲が筒状ヨーク122は、強磁性体である低炭素鋼(例えば、SS400)によって構成されている。このため、筒状ヨーク122内部に収容された各次、磁石121は、筒状ヨーク122の内側面に吸着し、筒状ヨーク122内部に隙

【0022】また、複数の永久磁石121,121… (磁石ユニット)は、図3に示すように、関う合う永久 磁石121と同種の磁極どうしが接する向きで配列され ている、このため、可動于120の中空部がには、図4 に示すように、関り合う2つの永久磁石121,121 の接合部でヒーク値を示すと共に周期的な磁束密度分布 B2(X)の磁場が、複数の永久磁石121,121…に よって形成される。

【0023】 ちなみに、複数の永久磁石121,121 …による磁東密度分布B2(X)の詳細は、図5に示すように、基本正弦波成分(周期入,振幅β[1])と、3次 正弦波成分(周期A/3, 振幅β(3))と、5次正弦波成 分(周期A/5, 振幅β(5))とを重畳したものであり、 上述した式(7)で表される。なお、基本正弦波成分と3 次正弦波成分とは逆位相であり、基本正弦波成分と5次 正弦波成分とは逆位相であり、基本正弦波成分と5次

【0024】次に、リニアモータ100を構成する固定 子110の内部構造について説明する。固定于110 は、図2・図3に示すように、芯部材111と、これに 巻き付けられた複数のコイル20、20…(コイルユニ ット)と、これらを外側から覆うパイア113とによっ て構成されている。なお、コイル20、20…とパイア 113との間、および芯部材111の軸芯には各て、冷 却液用波路114、115が形成されている。

【0025】 恋材111は、図2に示すように、略扇形面の棒状部材111A、11A・が複数水(図示例では8本)、その要部分111に、1110・た内周側に向けて互いに結合されたものである。各棒状部材111Aは、積層ケイ素鋼板(強磁性体)にて積成されている。複数のコイル20、20・水(基づ15元末ま)に、上起した可動于120水入磁石121、121・の配置に応じて配置されている。具体的には、各米久磁石121の次方向に沿った長を15たり、3個のコイル20、20・が配置される。各米久磁石121の長さしは、磁速密度が布B2(X)の半周期に一致している(図4)。

【0026】また、各コイル20は、図6(a)に示すように、一村の引出線21,21の一方がGND端子(G)に接続され、低ががスイッチ(S01~S0)を介して制御部200(詳細は後述する)の電流出力端子23,24,25の何れかに接続されたいる。ここで、制御部200の電流出力端子23に接続されたコイル20,20…(総じて「コイル群20w」という)は、複数のコイル20、20…(図6(b))のうち、X方向に沿って2個おきに配置されたコイル20、20…(図中、行号"W"を付したもの)である。ただし、コイル群20wの各コイル20のGND端子または電流出力端子23への接続方向は、図7(a)に示すように、1つおきに逆の発性が向は、図7(a)に示すように、1つおきに逆の機性となっている。

【0027】また、制脚部2000電流出力端子24 (図6(a))に接続されたコイル20、20…(総じて 「コイル群20u」という)は、上記したコイル群20 wの各コイル20の一方に開う合うコイル20、20… (図6(b)で符号 "U" を付したもの)である。ただ し、コイル群20 uの各コイル20の何ND端子または 電流出力端子24への接続方向も、図7(b)に示すよう に、1つおきに逆の極性とかっている。

【0028】さらに、制御部200の電流出力端子25 に接続されたコイル20、20… (総じて「コイル群20v」という)は、上記したコイル群20uの各コイル20の一方に隣り合うコイル20、20… (図6(b)で

符号"V"を付したもの)である。コイル群20∨の各 コイル20のGND端子または電流出力端子25への接 統方向も、図7(c)に示すように、1つおきに逆の極性 となっている。

【0029】 ちなみに、各コイル群20v、20u、2 0wにおいて、接続方向が連の極性となっているコイル 20、20・どうしには、常に、逆位相の返流が供給さ れることになる。なお、各コイル20の引出線21,2 1は、図2に示すように、コイル20、20・・・の内側と 芯部材111との側に配設されている。

【0030】上記のように構成されたリニアモータ10 のでは、固定于110のゴイル20,20…に対し後述 する交流電流を供給すると、この電流と可動チ120の 永久磁石121,121…による磁場とが作用し合い、 コイル20、20…に権力が発生する。ただし、リニア モータ100のゴイル20、20…は固定されているた か、可動チ120が固定チ110に沿ってX方向に移動 する。移動方向は推力とは逆の方向である。

【0031】次に、上記の電流出力端子23~25を備 えた制御部200の構成、および、スイッチ(S01~S 30)について説明する。制御部200(供給手段)は、 図6(a)に示すように、電流値制御部210と、3つの アンア部221、222、223とによって構成されて いる。電流値制御部210は、所望の波形(後述する) に整形された三相(U相、W相、V相)の交流電流と生 成するものである(例えばデジタル・シケナル・プロセ ッサ)。三相(U相、W相、V相)の交流電流は、位相 が2π/3字つずれている(図20参照)。

【0032】アン7部221、222、23は、電流 値向制御第210の3つの場子に現れた電圧値に応じて交 演電流 Iw、Iu、Ivを発生するものである。また、アン7部221、222、223は各々、電流出力端子23、24、25に接続されている。上記制御第20の で発生した交流電流 Iw、Iu、Ivは、電池力増子23、24、25名々から出力され、スイッチ(S01~S30)を介してコイル群20w、20u、20vの各コイル20順に供給される。

【0033】にこで、スイッチ(S01~S30)は、制御 第200の電流出力端子23、24、25から出力される交流電流1%、1u、1vを1イル20に付上実際に供給するか否かを切り替えるためのものである。固定子110の1/420、20…ほ上記した可勢于120の野動範囲全体にわたって配置されているが(図1参照)、可勢デ12の可野地実際に寄与する1イル2

【0034】このため、全てのコイル20,20…に通電すると、可動子120の移動に寄与しない部分のコイル20,20…に供給された電流が無駄になり効率が悪

く、また、コイル 2 0 の発熱量が増え、この発熱による 空気のゆらぎが大きくなってしまう。そこで、本実施の 形態のリニアモータ1 0 0 では、スイッチ(501~S3 0) を設け、可動子1 2 0 の移動に高与する部分のコイ ル 2 0 のみが通電されるように、可動子1 2 0 の移動に 値に応じて通常するコイル 2 0 を選択できるように構成 している。なお、各コイル群2 0 v. 2 0 u. 2 0 wに おいて通電されるコイル 2 0 の数は、同じであることが 好ましい。また、通電するコイル 2 0 の選択は、制脚装 置(図示省略)により、可動子1 2 0 の目録位置及びコイル 2 0 0 未久磁石1 2 1 の空間的位置関係に基づいて 制御される。

【0035】このように、各スイッチ(S01~S30)が 個別にオン/オフ制御され、可動子120の移動に寄与 するコイル20が選択的に適電されるため、消費電力が 少なく、発発量の少ないリニアモータ100の動作制即 が行われる。ここで、永久磁石121、121…(図 3)に対向するコイル20、20…のうち、実際に交流 電流I、が供給されたコイル群20 vのコイル20、 20…には各々、図8に示すように、推力Fトが発生す る。なお、コイル群20 vにおいて、各コイル 20 が受ける磁場の方向は1つおきに速であり、かつ、各コイル 20に供給される電流の方向と置であるため、各コイル 20に発生する推力F vの方向は同じとなる。

【0036】同様に、永久磁石121、121…に対向 するコイル20、20…のうち、実際に交流電流Iu、 いか供給されたコイル群20u、20wのコイル2 0、20…には各々、図8に示すように、推力Fu、F wが発生する。なお、各権力Fu、Fv、Fwの大きさ は、各コイル20に流れる電流の大きさと、各コイル2 0の場所での磁束密度とに応じて決まる。

【0037】そして、複数のコイル20、20…を備えた固定子110には、各コイル20に発生する推力Fu、Fv、Fwを合計した推力下が作用することになる。したがって、上記したリニアモータ100では、可動子120が、合計の推力Fを受けてX方向に移動する。次に、制御第20の電流出力端子23、24、25から出力される交流電流Iw、Iu、Ivの波形について具体的に説明する。

【0038】第1の実施の形態のリニアモータ100に おいては、可動于120の永久破石121、121…が 図3に示す向きで配列されてあため、固定于110の コイル20、20…に対して基本正弦波波分のみの三相 支流電流(図20参照 と供給すると、権力リップルが 生じてしまう。そこで、本実施の形態では、固定于11 のコイル20、20…に供給する交流電流 Iv, I u, Iwの波形を制御することにより、上記の権力リッ ブルの発化を加えるようにした。

【0039】ここでまず、各コイル20に対して基本正 弦波成分(周期λ、振幅α[1])のみの三相交流電流 (図20)を供給したときの権力F2(※)を求め、権力 リップルについて調べておく。この場合の権力F2(※) は、各コイル20の場所における磁床密度分析B2(※) の変化を表す次式(※)~(10)と、基本正弦波成分のみの三相交流電流を表す上記式(3)~(5)とを用い、次式 (11)で実められる(ただし、∞2π/ム ∞2π/ム ∞2 3, ψ=4π/3である)。なお図9には、一例として、コイル群20uのコイル20への交流電流 11u(x)と、このコイル20の場所における磁束密度の時間変化B2u(x)とか示されている。
【0040】

 $\begin{array}{l} B2u(x) = \beta \ (1) \sin(\omega x) + \beta \ (3) \sin 3 \ (\omega x) + \beta \ (5) \sin 5 \ (\omega x) \\ B2u(x) = \beta \ (1) \sin(\omega x + \phi) + \beta \ (3) \sin 3 \ (\omega x + \phi) + \beta \ (5) \sin 5 \ (\omega x + \phi) \cdots (9) \\ B2u(x) = \beta \ (1) \sin(\omega x + \phi) + \beta \ (3) \sin 3 \ (\omega x + \phi) + \beta \ (5) \sin 5 \ (\omega x + \phi) \cdots (10) \\ F2\ (x) = L(B2u(x) \ 1 \ln(x) + B2u(x) \ 1 \ln(x) + B2u(x) \ 1 \ln(x)) \end{array}$

て発生したものである。

 $= 1.5 L \alpha(1) \beta(1) \{1 - (\beta(5)/\beta(1)) \cos 6(\omega x)\} \dots (11)$

上記の式(11)から分かるように、推力F2(x)には、 6次正弦波成分(周期A/6)の推力リップルが含まれ ている(図9参照)、

【0041】ここで、式(11)の推力リッフルの振幅 (1.5Lα(1)β(5))には、磁束密度分布B2(X)の 5次正弦放成分形幅局/6)が含まれていることが分かる。また、推力リップルの振幅/6)が含まれていることが分かる。また、推力リップルの振幅(3)が含まれない、式(1)の推力リップルは、磁束密度分布B2(X)の5次正弦波成分と、交流電流の基本正弦波成分とが、合成され 【0042】本実施の形態では、式(11)の推力リップルを打ち消すため、各コイル20に供給する交流電流 Iv, Iu, Iwの波形を制御し、基本正弦波成分 (開期 人、振幅 α (II) に5次下弦波成分 (周期 4/5 振幅 α

、 1 は、1 いっとでかけばし、至今上に次の次で(同期 人、振幅 α (1)) にち次正定波が(人間明えり、振幅 α (5)) を重畳することにした(図10)。この場合の交 流電流 1 2 u(x)、1 2 u(x)、1 2 v(x)は、次式(12)~ (14)で表される(ただし、 α = $2\pi/\lambda$, ϕ = $2\pi/$ 3, ϕ = $4\pi/3$)。

協波成分とが、合成され 【0043】

 $I 2u(x) = \alpha (1) \sin(\omega x) + \alpha (5) \sin 5 (\omega x) \qquad \cdots (12)$

 $I 2w(x) = \alpha \{1\} \sin(\omega x + \phi) + \alpha \{5\} \sin 5 (\omega x + \phi) \cdots (13)$ $I 2v(x) = \alpha \{1\} \sin(\omega x + \phi) + \alpha \{5\} \sin 5 (\omega x + \phi) \cdots (14)$

このように基本正弦波成分と5次正弦波成分とが重畳された交流電流 I 2u(x)、I 2v(x)、I 2u(x)を各コイル20に対して供給することを想定し、その場合の権力F3(x)を求めると、次式(15)のようにかる。かお図

11には、一例として、コイル群20 uのコイル20への交流電流 I 2 u(x)と、このコイル20 の場所における破束密度の変化B2 u(x)とが示されている。 【0044】

F = 3(x) = L(B2u(x) I 2u(x) + B2v(x) I 2v(x) + B2w(x) I 2w(x))

= 1.5 L α (1) β (1) { 1 + (β (5) α (5))/(α (1) β (1))

 $-(\beta(5)/\beta(1))\cos 6(\omega x) - (\alpha(5)/\alpha(1))\cos 6(\omega x) \cdots (15)$

上記の式 (15) から分かるように、推力F3(x)に は、式(11)の推力リップル (式(15)では第3項) に加 えて、同様に6次正弦破費、(周期入/6)の推力リッ アル (第4項)が新たに含まれている。この新たな推力 リップルは、磁束密度分布B2(X)の基本正弦波成分 と、交流電流12(X)の5次正弦波成分と、の合成によ り発生するものである。

 $\{00.45\}$ したがって、新たな推力リッアルの販幅 $(1.5 \text{LB}_{2}(1) \alpha(5))$ を式((1.0 加力)ッアルの販幅 $3(1.5 \text{LB}_{2}(1) \alpha(5))$ と同じ大きさにすると共に、新たな推力リッアルの位相を式((1.1)の推力リッアルと逆位相にすることにより、新たな推力リッアルと式((1.0)の推力リッアルとを相殺させることができる。このときの条件は、次式((1.6) で表される。

 $[0046]\beta[1]\alpha[5] = -\alpha[1]\beta[5] \cdots (16)$

さて、上記のような交流電流 I 2u(x), I 2v(x), I 2 w(x)の波形の制御は、図6(a)に示す制御部200の電流値制御部210において行われる。

これはすなわち、上記式(12)~(14) で表される交流電流 12u(y)、12u(y)、12v(y)の基本正弦波成分 企重受された5次正弦波成分の振幅 α (5)に関する条件 に他ならない、以上のことから、交流電流 12u(y)、12v(y)、12u(y)の5次正弦波成分の振幅 α (5)が次式 (17) を満定するとき、式 (15) の推力リップルが 完全に相殺され、推力F3(y)が一定の値になることが 分かる。

[0047]

 α (5] = - (β (5)/ β (1)) α (1) … (17) また、このときの推力F 3 (x)の値は、上記した推力F 3 (x)の式 (15) に条件式 (17) を代入することに より、次式 (18) で表すことができる (図11参 照)。

 $F 4 (x) = 1.5 L \alpha (1) \beta (1) (1 - \beta (5)^2 / \beta (1)^2) \cdots (18)$

【0048】つまり、電流値制御部210では、可動子 120が形成する磁束密度分布B2(X)の基本正弦波成分の振幅β(1)と5次正弦波成分の振幅β(1)と5次正弦波成分の振幅β(1)と (5)/β(11)、および、これから生成する交流電流の基本正弦波成分が振幅。(11)の積を求め(式(17)参照)、この積の結果を振幅の大きさとする5次正弦波成分を基本正弦波成分に対し逆位相で重畳することにより、波形の制御を行う。

【0049】これにより、制御部200の電流出力端子 23~25から、基本正弦波成分(周期入、振幅α (11))に5次正弦波成分(周期入/5、振幅α(5))が速 位相で重要された交流電流 12u(x), 12v(x), 12w (x)が出力される。

【0050】電流出力場子23~25からの交流電流 2u(x), 12v(x), 12w(x)は、可動子120の未久磁 石121、121…に対向してスイッチ(501~530) がオンとなっているコイル20、20…に供給された。 供給される。そして、コイル20、20…に供給された。 電流と永久極石121、121…による磁場が個々に 作用し合い、結果として、各コイル20に発生する推力 Fu、Fv、Fw(図8)の合計に相当する上記式(1 多)の一定の推力F4(x)が固定子110に略くことに なる。したがって、本実施の形態のリニアモータ100 では、一定の推力F4(x)を与えながら可動子120を X方向に沿って移動させるととができる。

【0051】なお、本実施の形態のリニアモータ100 における権力F4 (x)の値(式(18))は、図19に示す能来の磁石ユニット11を備えたリニアモータにおける権力F1(x)の値(式(6))に比べて、1.5L α (1) β (5) $^{2}/\beta$ (1) だけ小さくなっている。しかし、 β (5) のレベルは、通常、 β (1)の数%程度かそれ以下であり、また、これが2乗で効いてくるので、推力F4(x)の低下分は1(x)にも満たない幅小さな値である。

【0052】以上説明したように、本実施の形態では、 永久磁石121、121・の磁束密度分布B2(X)に応 たた高調改成分(例えば上記の5次正弦波成分)を基本 正弦波成分に事畳した交流流流12(k)、12v(x)、1 2w(x)がコイル20、20・・・に供給されるので、推力リ ップルの無い一定の推力F4(x)で可動子120を直線 移動させることができ、精密な位置決め制御も容易に行 うことができる。

【0053】さらに、未久賦石121、121…が同極どうし対向する向きで配列されているので、リニアモータ100の高出力化および小型化も図られる。なお、上記した実施の形態では、コイル20、20…に供給する交流電流12以(x)、「2)以(x)、「2)以(x)の方次正弦波成の振幅(5)が次式(17)を満足するように決形が試(17)を流とに打ち消す何を説明したが、これに限らない。位置決め制御の精度に応じて、5次正弦波成分の振幅(5)の大きさを調整し、推力リップルを低減させてもよい。

【0054】この場合には、式(17)を用いて5次正 弦波成分の振幅α [5]を求めたのと同様に所定の計算式

を用いて振幅α[5]を求めても良いし、使用者がモニタ 一などを確認しながら5次正弦波成分の振幅α[5]の大 きさを調整しても良い。本実施の形態では、永久磁石1 21.121…による磁束密度B2(X)の磁束密度分布 において、基本正弦波成分に同位相で重畳された5次正 弦波成分が、推力リップルの原因となっていた。そこ で、交流電流においては、基本正弦波成分に5次正弦波 成分を逆位相で重畳することで、推力リップルを打ち消 すようにした。しかし、複数の永久磁石による磁束密度 分布に他のY次正弦波成分(Yは1より大きく3の倍数 を除く奇数)が含まれ、この成分が推力リップルの原因 となる場合には、同様に、交流電流に対してY次正弦波 成分を重畳するようにしてもよい。この場合、推力リッ プルの原因となる磁束密度分布のY次正弦波成分が、基 本正弦波成分に対して同位相で重畳されているときは 交流電流に対してはY次正弦波成分を逆位相で重畳すれ ばよい。これに対し、推力リップルの原因となる磁束密 度分布のY次正弦波成分が、基本正弦波成分に対して逆 位相で重畳されているときは、交流電流に対してはY次 正弦波成分を同位相で重置すればよい。このように、磁 東密度の位相関係とは逆の位相関係となるように交流電 流を重畳することで、磁束密度分布のY次正弦波成分を 原因とする推力リップルを低減させることが可能とな

【0055】さらに、上記した実施の形態では、永久磁 石121、121…による磁束密度分布日2(X)の3次 正弦波成分が推力リップルの原因とならないため、交流 電流に3次正弦波成分を重量しなかったが、複数の永久 磁石による磁束密度分布に他のZ次正弦波成分(Zは1 より大きい3の倍数が含まれる場合でも、同様に、推 カリップルの周とならないため、交流電流に対してZ 次正弦波成の免費を重響する必要はない。

【0056】また、上配した実施の形態では、図3に示すように同極とうしが材向する向きで配別された複数の永久磁石121、121・を例に説明したが、図12に示すように、関り合う2つの永久磁石121、121の間に、補極としての永久磁石123・123・を設けてもよい。永久磁石12、123・4、泉久磁石12、1、121・と直交する向きで配列されている。

【0057】この場合の磁束密度分布は、上述した例と同様、基本正弦波成分と2次正弦波成分(2は1より大きい3の倍数)と7次正弦波成分(7は1より大きく3の倍数を除く奇数)とが重要された形となるため、交流電流に対して7次正弦波成分を逆位相で重響することによって、推力リップルの低減または完全な相談を達成することができる。

【0058】さらに、上記した実施の形態では、固定子 110側にコイル20,20…が配置され、可動子12 0側に永久磁石121,121…が配置されたムービン グマグネット型のリニアモータ100を例に説明した が、図13に示すように、固定子側に永久磁石124, 124…が配置され、可動子側にコイル125, 125 …が配置されたムービングコイル型のリニアモータにも 本発明は油田できる。

【0059】また、上記した実施の形態では、コイルに対して三相交流電流を挟給する例を説明したが、二相交 流電流や四相交流電流などの多相交流電流をコイルに供 給する場合とし本発明な適用できる。さらに、上記した 実施の形態では、リニアモータの推力リップルの低減ま たは完全を相殺によって推力を一定にする例を説明した が、本発明によれば、回転モータのトルクリップルの低 減や完全を相殺も同様に行える。 【0060】また、磁場の発生手段として永久総石12 1、121(、123)を用いたが、電磁石などの構成 を用いてら良い。次に、上記天徒11)の6次正弦波成分 (周期从6)の推力リップルを打ち消すため、各コイル20に供給する交流電流1v、Iu、Iwの基本正弦 波成分(周期4、振幅a(II)に対し、上記実験の形態 の5次正弦波成分(周期A/5、振幅a(5))に代えて、 3次正弦波成分(周期A/5、振幅a(5))に代えて、 3次正弦波成分(周期A/5、振幅a(5))に代えて、 3次正弦波成分(周期A/5、振幅a(5))に代えて、 3次正弦波成分(周期A/3、振幅a(5))に代えて、 13v(x)は、次式(19)~(21)で表される(ただ し、ω=2π/A、φ=2π/3、ψ=4π/3)。

```
I 3u(x) = \alpha (1) \sin(\omega x) + \alpha (3) \sin 3 (\omega x) \qquad \cdots (19)
```

$$I \Im(x) = \alpha (1) \sin(\omega x + \phi) + \alpha (3) \sin 3 (\omega x + \phi) \cdots (20)$$

I $3v(x) = \alpha [1]\sin(\omega x + \psi) + \alpha [3]\sin 3(\omega x + \psi) \cdots (21)$

このように基本正弦波成分と 3次正弦波成分とが重畳さ 5(x)を求めると、次式 (22) のようになる。 れた交流電流 I 3u(x)、 I 3v(x)、 I 3v(x)を子 4 7 4 (0062] 20に対して供給することを想定し、その場合の推力ド

 $F \,\, 5\, (x) = L\, (\,B\, 2u\, (x) \,\, I\,\, 3u\, (x) \,+\, B\, 2v\, (x)\,\, I\,\, 3v\, (x) \,+\, B\, 2w\, (x)\,\, I\,\, 3w\, (x))$

= 1.5 L { $\alpha(1)\beta(1) + \beta(3)\alpha(3)$

 $-\alpha [1] \beta [5] \cos 6 (\omega x) - \alpha [3] \beta [3]) \cos 6 (\omega x) + \cdots (22)$

上記の式(22)から分かるように、権力下5(x)には、式(11)の権力リップル(式(22)では第3項)に加えて、同様に6次正弦波放り(周期入/6)の推力リップル(第4項)が新たに含まれている。この新たな推力リップルは、磁束密度分布152(X)の3次正弦波成分と、交流電流 13(X)の3次正弦波成分と、交流電流である。

【0.063】したがって、新たな推力リップルの頻幅 (1.5L α (3) β (3) と式(11)の推力リップルの頻幅 駅(1.5L α (3) β (3) と式(11)の推力リップルのは 第(1.5L α (3) β (3) とび(3) 逆位相にすることにより、新たな推力リップルと式(11)の推力リップルと式(11)の推力リップルとを相殺させることができる。この ときの条件は、次式(23) で表される。

下の(3)=1. ⊃La(11)が1(1)に この変形例においては、磁束療験 B 2 (X)の磁束速度分 布における3次正弦波成分が、磁束密度分布の基本正弦 波成分に対して逆位相で重要されているので、交流電流 においては3次正弦波成分を基本正弦波成分に同位相で 重量して推力リップルを低波するようにした。

【0066】このように、変形例によれば、永久磁石121、121・・の磁束密度が吊2(X)に応じた高調板 成分(例えば上記の3次正弦液成分)を基本正弦液成分に重畳した交流電流 I 3 u(x)、13 v(x)、13 w(x)がコイル20、20・・に供給されるので、推力リッアルの無い一定の推力F6(x)で可動子120を直線移動させることができ、精密な位置決め制御も容易に行うことがきる。

【0067】ただし、この変形例における推力F6(x)

 $\{0064\}$ $\alpha(3)\beta(3) = -\alpha\{1\}\beta(5\}$... (23) これはすなわち、上記式(19)~(21) で表される交流電流 13(x), 13(x),

[0065]

 $\alpha \hspace{0.5mm} [3] \hspace{0.5mm} = \hspace{0.5mm} - \hspace{0.5mm} (\hspace{0.5mm} \beta \hspace{0.5mm} [5]/\beta \hspace{0.5mm} [3] \hspace{0.5mm}) \hspace{0.5mm} \alpha \hspace{0.5mm} [1] \hspace{0.5mm} \cdots \hspace{0.5mm} (\hspace{0.5mm} 2\hspace{0.5mm} 4\hspace{0.5mm})$

また、このときの推力F5(x)の値は、上記した推力F 5(x)の式(22)に条件式(24)を代入することに より、次式(25)で表すことができる。

 $F 6 (x) = 1.5 L \alpha (1) \beta (1) (1 - \beta (5) / \beta (1)) \cdots (25)$

の値 (式(25)) は、図19に示す従来の磁石ユニット 11を備えたリニアモータでの推力F1(x)の値 (式 (6)) に比べて1.5 Lα(1)β(5) だけ小さい、この 場合の推力低下はβ(5)の単純比例であるため、推力低 下がβ(5)の2 東比例である上記実験の形態の推力F4 (x) (式(18)参照)に比べて、変形例の推力F6(x)は 小さな値となる。

【0068】なお、この実形でも、コイル20、20、いに供給する交流電流 I 3u(x)、I 3v(x)、I 3w(x)の 3次正弦放成外の振幅 α(3)が欠式 (24)を満足する場合にに限らない。位置決分制御の精度に応じて、3次正弦波成分の振幅 α(3)の大きさを測整し、推力リッアルを低減させてもよい。

(第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態

について、図14を用いて説明する。

【0069】この第2の実施の形態は、半薄体の製造に 用いられるステージ装置700に、上記した第1の実施 の形態によって得られるリニアモータ100を用いたも のである。以下では、第10実練の形態のリニアモータ 100(図1)をステージ装置700に組み込んだ場合 を例にあげて説明する。第1の実施の形態のリニアモータ 9100は、その芯部材111に巻き付けられた多数の コイル20、20、一が互いの間隔をあけることなく、 輔方向に高密度に配置されるので、間定子(電機子) 10内でのコイル20、20・の占積率が高く、全体と して推進力が高い。

【0070】この実施の形態では、リニアモータ100 は、ステージ装置700のXステージ(可動ステージ) 700Xの駆動に用いられている。ここで、固定子11 0のパイプ113とコイル20、20…との間の冷却液 用流路114、芯部材111内部の冷却液用液路115 に温度調節用の流体を流すことで固定子110から生じ る熱が吸収される。

【0071】尚、Yステージ700Yの駆動に用いられる2つのリニアモータ720の構成は、リニアモータ1 00と同一であり、その詳細な説明は省略する。これら リニアモータ100、720が駆動手段として用いられるステージ装置700は、その用途は限定されないが、この実施の形態では、ウェハ(基板)9上にマスク(図示省略)に形成されたパターンを転写する露光装置における、ウェハ9の移動手段として用いられる、ウェハ9の移動手段として用いられる、

【0072】すなわち、ステージ装置で00は、X軸及びY軸の2軸のXーソステージ装置であり、ベース部で02上を火方向(図中矢印Vで示す方向)に駆動される メステージ700X、ソ方向(矢印Vで示す方向)に駆動されるソステージ700Y、及び試料台(可動体)7 04を、主たる構成要素としている。ここで試料台70 4は、前記Yステージ700Y上に配置され、この試料台704にウェハ・ルタイとウェハホルダ(図示省略)を介してウェハ (基板) 9が搭載される。

【0073】このウェハ9の上方には、照射部(図15 参照)が配置されており、照射部からマスク(共に図示 音略)を介して照射された第光光によって、前記ウェハ 9上に子が塗布されたレジスト(図示音略)に、マスク 上の回路パターンが転写されるようになっている。ステージ装置700は、前記第光光の経路に対してウエハ9 を相対移動させることで、このウエハ9の所望の位置に 露光光を照射するように翻ゆされる。

【0074】 ステージ装置700におけるXステージ7 00 X及び ステージ700 Yの移動量は、各々、試料 台704の X 方向の端部、 Y 方向の端部に固定された移 動鏡705 X、705 Y と、これに対向するように、ベ - ス部702に各々固定されたレーザ干渉計706 X、706 Y とによって計測される。そして、主制修装置 (図示省略)が、この計測結果を基に、試料台704を ベース部702上の所望の位置に移動制御するようになっている。

【0075】 X、レーザ干渉計606X、606Yからの出力は、図6(a)に示す者スイッチ801〜830の オン/オフの切換え制御に用いられる。このステージ装置700のXステージ7000X、ソステージ700Y は、共に、多数のコイル20、20…が魅力向に配置された固定ギ110を用いたリニアモータ100、10 0、720、720によって、各々、ベース部702上をX方向、Y方向に駆動される。

【0076】ここで、2つのリニアモータ100,10 のの固定子110,110は、共にベース702上に取 付部101,101(図1)にて固定され、可動子12 0,120は、各々、固定板707,707を介してX ステージ700Xに固定されている。

【0077】又、リニアモータ720,720の、各々の固定子721,721は共に又ステージ700 Xに固定され、可動デ722,722(一方のみ回示)はYステージ700 Yに固定されている。各間定于110,110,721,721は、その内部の流路に流される温度調整用の液体によって冷却されるが、この流体は、温度調節機731にて温度調節である。尚、固定子110,110,721,721と温度調節機731とは、吐出配管732、配管733等によって接続されていて、

【0078】又、ステージ装置700には、エアガイド

740と静圧気体軸受け (図示省略) とが設けられて、 エア吹き出し口741、エア吸引口742によって静圧 空気軸受式のステージが構成されている。本実施の形態 では、ステージ装置700の駆動手段として用いるリニ アモータ100の推力リップルを低減または抑制するこ とができる。そのため、試料台704に搭載されたウエ ハ9を正確に位置決め制御することが可能となる。 【0079】(第3の実施の形態)次に、本発明の第3 の実施の形態について、図15~図16を用いて説明す る。この第3の実施の形態は、上記した第1の実施の形 態によって得られたリニアモータ100を露光装置80 0のレチクル (マスク) ステージ850 (図16) の駆 動手段として用いたものである。ここでも、第1の実施 の形態のリニアモータ100(図1)をレチクルステー ジ850に組み込んだ場合を例にあげて説明する。 【0080】ここで露光装置800は、いわゆるステッ プ・アンド・スキャン露光方式の走査型露光装置であ る。この露光装置800は、照明系810と、レチクル (フォトマスク) Rを保持するステージ可動部851 と、投影光学系PLと、ウェハ(基板)WをX-Y平面 内でX方向-Y方向の2次元方向に駆動するステージ装 置900と、これらを制御する主制御装置820等を備 えている。

【0081】前記照明系810は、光源ユニットから照 射された電光光を、レチクルR上の矩形(あるいは円弧 採りの照明観点 IARに与った頭度で照射するものであ る。又、レチクルステージ850では、ステージ可動部 851がレチクルベース上を所定の走査速度で、ガイド レール853に沿って、移動されるようになっており、 図16に示すように、ステージ可動部851の上面には レチクル吊が、例えば真空帆着により固定される。又、 ステージ可動部851の上面には ルチクル吊が、例えば真空帆着により固定される。又、 ステージ可動部851の上方には、露光光 通過余852が新波されている。

【0082】このステージ可動部851の移動位置は、 反射鏡815、レチクルレーザ干渉計816によって検 出され、ステージ制御系819は、この検出されたステ ージ可動部851の移動位置に基づく主制御装置820 からの指示に応じて、ステージ可動部851を駆動す る。又、投影光学系Pしは縮小光学系であり、図15に 示すように、レチクルステージ850の下方に配置さ れ、その光軸AX(照明光学系の光軸IXに一致)の方 向がZ軸方向とされる。ここではテレセントリックな米 学配置となるように光軸AX方向に沿って所定間隔で配 置された複数枚のレンズエレメントから成る屈折光学系 が使用されている。従って、上記照明系810によりレ チクルRの照明領域 I ARが照明されると、レチクルR の照明領域 I A R 内の回路パターンの縮小像(部分倒立 像)が、ウェハW上の照明領域IARに共役な露光領域 IAに形成される。

【0083】前、ステージ装置900は、コイルを電機子として用いた平面モータ970を駆動手段として、テーブル918をXーY面内で2次元方向に駆動するものである。すなわち、ステージ装置900は、ベース部921と、このベース部921の上面の上方に数μm程度のクリアランスを介して浮上されるテーブル918と、このテーブル918を移動させる平面モータ970とを見えている。ここでテーブル918には、露光処理時、その上面にウェハ(基板)Wが、例えば真空吸着によって固定される。

【0084】又、テーブル918には移動鏡927が間定され、ウェハ干渉計931からレーザビームが照射されて、当該テーブル918の又一Y面内での野砂位置が検出されるようになっている。このとき得られた移動位置の情報は、ステージ制御系319を介して主制御装置 20に送られる。そして、ステージ制御系619は、この情報に基づく主制御装置 820からが指示に従って、平面モータ970を作動させ、テーブル918を又一Y面内の原の位置に移動させる。

【0085】デーブル918は、平面モーク970を構 成する可動子(図示省略)の上面に、支持機構(図示者 略)によって異なる3点で支持されており、平面モータ 970によって、X方向、Y方向に駆動するのみならず X-Y面に対して傾斜させたり、2触方向(上方)に駆 動きせることができるようになっている。尚、平面モー タ970は、公知の構成であり、平面モータ970のそ の他の説明も活験する。また、ステージ装置の0の駆 動手段として、平面モータ970の代わりに、第2の実 施の形態で説明したリニアモータ100を用いても良 い

【0086】尚、図中、符号921はベース部であり、 その内部から生じる熱による温度上昇を防ぐための流体 が、供給管892、排出管893、温度調節装置879 の作用によって、循環されるようになっている。斯かる 構成のレチクルステージ850を含む露光装置800に おいては、概ね、以下の手順で露光地埋が行われる。 【0087】先ず、レチクルR、ウェハWがロードさ れ、次いで、レチクルアラインメント、ベースライン計 測、アラインメント計測等が実行される。アライメント 計測の終了後には、ステップ・アンド・スキャン方式の 露光動作が行われる。

【0088】 露光動作にあたっては、レチクル干渉計8 16によるレチクルRの位置情報、ウェル干渉計931 によるウェル外の位置情報と基づき、主制弾装置820 がステージ制御系819に指令を出し、レチクルステージ850のリニアモータ100、100及び平面モータ 970によって、レチクルRとウェハ9とが同期して移動し、もって、所望の走楽変光が行われる。

【0089】又、レチクル干渉計716からの出力は、 図含(3)に示す各スイッチS01~S30のオン/オフ の切換え制度に用いられる。このようにして、1つのショット領域に対するレチクルパターンの転写が終了する と、テーブル918が1ショット領域がだけステッピン ざれて、法のショット領域は対する走金第分が行われる。 このステッピングと走金電光とが順次様り返され、 ウェハ9上に必要なショット数のパターンが転写される。

【0090】にこで、上記のレチクルステージ850においては、リニアモータ100、100の固定デ110、110を構成する各コイル20、20…に、三相の電流が適度供給され、その形勢性が制度される、この常光装置800のレチクルステージ850は、推進力が大きく、余分に電力を消費することもない、本実練の形態では、レチクルステージ850の駆動手段であるリーモータ100の推力リップルを低減または削削することができる。そのため、レチクルステージ850を露光光に対して相対移動させて、レチクルRを位置制御する際は、その位置が射度が削止する。また、ステージ装900の駆動手段として用いることで、ウエハの位置決め精度を向上させることをできる。したがって、本実施の形態の影光装置を用いることで、高精度なデバイスを製造することができる。

【0091】尚、本発明の第2の実施の形態のステージ 装置700、又は第3の実施の形態の露光装置800を 用いた半導体デバイスの製造は、概ね、図17、図18 に示す手順で行われる。

【0092】すなわち、半導体デバイスは、デバイスの 機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基 がいたレチクルを製作するステップ、前述した実施の形態の露光 装置によりレチクルのパターンをウェハに転写するステップ、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボ ンディング工程、パッケージ工程を含む)、検査ステップ等を終て動造される。

【0094】次に、ステップ1004(ウェ/処理ステップ)において、ステップ1001~ステップ1003 で用意したマスク(レチクル)とウェルを使用して、後 並するように、リソグラフィ技術等によってウェハ上に 実際の回路等を形成する。 ないで、ステップ1005

(テバイス組立ステップ)において、ステップ1004 で処理されたウェハを用いてテバイス組立を行う。この ステップ1005には、ダイシング工程、ボンディング 工程、及びバッケージング工程(チップ封入)等の工程 が必要に応じて含まれる。

【0095】最後に、ステップ1006(検査ステップ)において、ステップ1005で作製されたデバイスの動作環況テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

【0096】図18には、半解体テバイスの場合における、上記ステップ1004の評解なフロー例が示されている。図18において、ステップ1011 (解化ステップ)においてはウェハの表面を酸化させる。ステップ1012 (CVDステップ)においてはウェハ表面に酸化発酵を形成ステップ)においてはウェハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ1014(電影で表着によって形成する。ステップ1014)ではカェバ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ10147と行わ込みステップ)においてはウェバーイオンを打ち込み

【0097】以上のステップ1011~ステップ101 4それぞれは、ウェハ処理の各段階の前処理工程を構成 しており、各段階において必要な処理に応じて選択され て実行される。ウェハアロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が終了される。この後処理工程では、まず、ステップ 1015(レジスト形成ステップ)において、ウェハに 忠光剤を接布する。引き続き、ステップ1016(露光ステップ)において、上で説明した露光装置を用いてマスクの回路パターンをウェルに転写する。次に、ステップ 1017(現像ステップ)においては選光されたウェップ1017(現像ステップ)においては選光されたウェップ1017(現像ステップ)において、レジストが残存している部分に外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ 1019(レジストトが残存している部分に以下エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く

【0098】これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウェル上に多重に回路パターンが形成される。尚、本寿明のリニアモータは、実施の形態で示した露光装置以外の、マスクと基板とを同期移動してマスクのパターンを繋光する走査型の露光装置(例えば、米国特計第5,473,410号)の駆動手段としても適用することができる。

【0099】又、本発明のリニアモータが適用された装置は、マスクと基板とを静止した状態でマスクのバターンを露光し、基板を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リビート型の露光装置にも適用することができる。

【0100】、、本発明のリニアモータが適用された装置は、投影光学系を用いることなくマスクと基板とを高度を持ていることなくマスクと基板とを高く大きないる。 又、本発明のリニアモータが適用された露光装置は、半導体製造用の露光装置は低度できれることなく、例えば、角型のカラスアレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の露光装置や、薄膜磁気ペッドを製造するための露光装置にも、本発明は広ぐ歯肝できる。

【0101】又、第3の実態の形態の露光装置の光源は、8線(436nm)、1線(365nm)、KrFエキシマレーザ(248nm)、ArFエキシマレーザ(193nm)、F2レーザ(157nm)のみならず、X線や電子線などの荷電粒子線を用いることができる。例えば、電子線を用いる場合には電子接くして、熱電子放射型のシタンペキャキライド(LaB6)、タンタル(Ta)を用いることができる。含らに、電子線を用いる場合は、マスクを用いる構成としてもよいし、マスクを用いずに直接基板上にパターンを形成する構成としてもよいし、セスクを用いずに直接基板上にパターンを形成する構成としてもよいし、

【0102】この場合には、投影光学系として、エキシマレーザなどの選案外線を用いる場合は確材として石英や銀石などの選案外線を選過する材料を用い、F2レーザやX線を用いる場合は反射短折系または屈折系の光学系にし(レチクルも反射型タイプのものを用いる)、ま

た、電子線を用いる場合には光学系として電子レンズお よび偏向器からなる電子光学系を用いればよい、なお、 電子線が通過する光路は真空状態にすることはいうまで もない。

【0103】又、本発明のリニアモータが駆動手段として適用される療光装置の投影大学系の信率は、縮小系のなならず等倍および拡大系であってもよい。又、ウェハステージやナチクルステージに、本発明のリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。

【0104】又、本発明のリニアモータが適用されるステージとしては、ガイドに治って移動するタイプに限らず、ガイドを必要としないガイドレスタイプであってもよい、尚、ウェハステージの移動により発生する反力に関しては、特開平8-166475号か線にて提案されている発明を利用して、フレーム部材を用いて、機械的に床順(大地)に迷がすようにしてもよい。

【の105】又、レチクルステージの移動により発生する反力に関しては、特調平8-330224号公開にて提案されている発明を利用して、フレーム部材を用いて、機械的に床側(大地)に透がすようにしてもよい。以上に説明した本発明のリニアモータが適用される露光装置は、特許請求の範囲に挙げた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気の指度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。

野精度と探づように、私か正くることで設定される。 【 0106] これら各種精度を確保するために、この組 み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を 達成するための調整、各種電気系については電気的精 度を達成するための調整、各種電気系については電気的精 度を達成するための調整が行われる。又、各種サプシス テムから露光装置への組み立て工程は、各種サプシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路 の配管接接等が含まれる。

【0107】この各種サプシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サプシステム側々の組み立て工程があることはいうまでもない。又、各種サプシステムの電光装置への組み立て工程が終了したら、総合測整が行われ、露光装置全棟としての各種精度が確保される。なお、露光装置全棟としての各種精度が確保される。なお、露光装置全棟としての各種精度が確保される。なれたクリーンルームで行うことが望ましい。

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、 磁石ユニットの磁束密度分布に応じた高調波成分(例え は上記のツン正式波成分)を基本正弦波成分に重畳した 交流電流がコイルユニットの各コイルに供給されるの で、駆動カリップルが低減または完全に相殺された略一 定の駆動カリップルが低減または完全に相殺された略一 定の駆動力によって、縦石ニニットとコイルユニットと を相対移動させることができ、精密な位置波や制御が容 易に行えるモータ装置を提供できる。さらに、磁石ユニ ットの磁束密度分布に高調波成分 (上記のY次正弦波成分)が含まれる場合、モータの高出力化および小型化も 併せて実現する。

【0109】また、上記のモータ装置をステージ部の駆動手段として用いたステージ装置では、ステージ部に対する結構な危険が必制時が可能となり、ステージ装置全体として高機能化が図られる。さらに、露光用光学系を用いて基板上に所定のパターンを形成する高光装置において、レチクルを移動させるトクルステージ装置にリステージ装置を用いた場合、ステージ部に対する結告な位置次が制御が可能となるため、露光装置全体として高機能化が見られる。

【0110】また、上記の露光装置を用いることにより、高精度なデバイスを効率よく製造することができ

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のリニアモータ10 0の側面図である。

【図2】リニアモータ100の固定子110、及び、可動子120の断面図である。

【図3】リニアモータ100の固定子110、及び、可動子120の断面図である。

【図4】可動子120の永久磁石121と磁東密度分布 との関係を示す図である。

【図5】可動子120の磁束密度分布の詳細を説明する グラフである。

【図6】固定子110の各コイル20と制御部200の 電流出力端子23~25との接続を示す図である。 【図7】固定子110の各コイル20と制御部200の

電流出力端子23〜25との接続を示す図である。 【図8】リニアモータ100の動作原理を示す説明図で

【図9】磁束密度分布、交流電流、および推力の波形を 示すグラフである。

【図10】交流電流の波形を示すグラフである。

【図11】磁束密度分布、交流電流、および推力の波形 を示すグラフである。

【図12】可動子の別の構成を示す断面図である。

【図13】ムービングコイル型のリニアモータの構成を示す機略図である。 【図14】リニアモータ100が適用されたステージ装

置700を示す斜視図である。
【図15】レチクルステージ750にリニアモータ10

0が用いられた露光装置800の全体構成を示す図である。

【図16】レチクルステージ850を示す斜視図であ

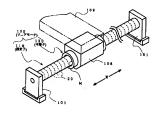
【図17】本発明にかかる露光装置を用いた半導体デバ イスの製造プロセスを示す図である。

【図18】本発明にかかる露光装置を用いた半導体デバ

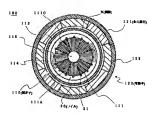
- イスのより具体的な製造プロセスを示す図である。
- 【図19】従来の磁石ユニット11の構成および磁束密
- 度分布を説明する図である。 【図20】三相交流電流の波形を示す図である。
- 【図21】磁石ユニット12の構成および磁東密度分布 を説明する図である。
- 【符号の説明】
- 100 リニアモータ
- 110 固定子
- 20 コイル
- 21 引出線
- 108 ハウジング

- 111 芯部材
- 120 可動子
- 121 永久磁石
- 200 制御部
- 210 電流値制御部
- 700 ステージ装置
- 800 露光装置
- 850 レチクルステージ
- 700 ステージ装置
- 800 露光装置
- 850 レチクルステージ

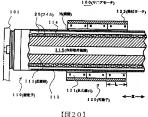
[21]



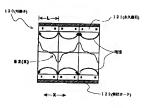
[図2]

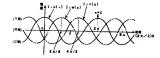


【図3】

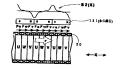


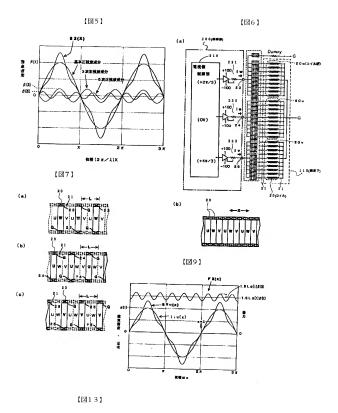
【図4】





【図8】





13 (c/4) (386)

13 (c/4) (386)

13 (c/4) (386)

13 (c/4) (386)

14 (c/4) (386)

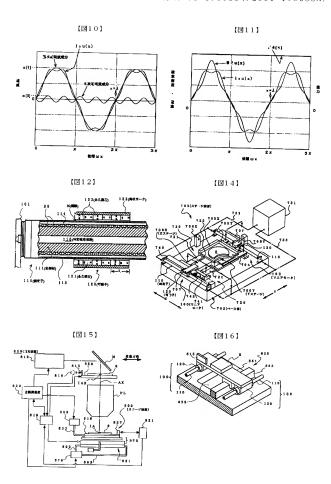
15 (c/4) (386)

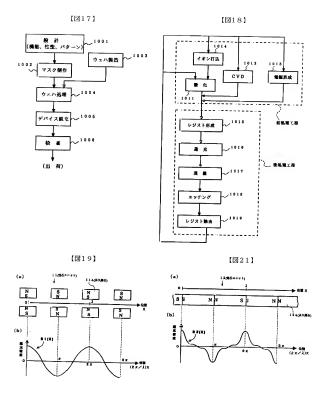
15 (c/4) (386)

16 (c/4) (386)

17 (c/4) (386)

18 (c/4) (386)





フロントページの続き

Fターム(参考) 5F031 CA02 HA13 KA06 LA08 MA27

5F046 CC01 CC02 CC03 CC17

5H540 AA01 AA10 BA03 BB06 BB08

BB09 EE08 FC02

5H641 BB06 BB14 BB18 BB19 GG02

GG03 GG04 GG08 GG12 HH02

HH03 HH14 JA06 JB05